

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-097772

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

---

(51)Int.Cl. H01L 21/304  
B24B 37/00  
// C08J 5/14

---

(21)Application number : 08-000332

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 05.01.1996

(72)Inventor : SASAKI YASUTAKA

NAKADA RENPEI

KANEKO HISAFUMI

NISHIOKA TAKESHI

NAKANO YUTAKA

TATEYAMA YOSHIKUNI

HAYASAKA NOBUO

---

(30)Priority

Priority number : 07185862 Priority date : 21.07.1995 Priority country : JP

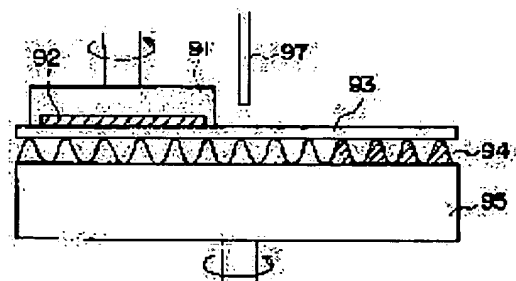
---

## (54) POLISHING PAD, POLISHING DEVICE AND METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polishing device which is capable of making a semiconductor wafer constant in pressure distribution throughout its polishing surface and enhancing in-plane uniformity of polishing speed.

SOLUTION: A polishing device is used for carrying out CMP, wherein the device is equipped with a polishing pad 93 for polishing a semiconductor wafer 92, an air mat 94 composed of fine bags which are hermetically filled with air and regularly arranged to support the polishing pad 93 two-dimensionally, a pressing mechanism which presses the polishing pad 9 against the wafer 92 through the intermediary of the air mat 94,



and a sliding mechanism which slides the polishing pad 93 and the wafer 92.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3329644

[Date of registration] 19.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the scouring pad which has at least the 1st layer with the field which grinds a processed substrate, and the 2nd layer in which the fluid arranged the minute bag by which the hermetic seal was carried out, and is characterized by preparing the 2nd layer in the field side where the polished surface of the 1st layer is opposite.

[Claim 2] Said fluid is a scouring pad according to claim 1 characterized by being a gas.

[Claim 3] Said 2nd layer is a scouring pad according to claim 1 characterized by preparing a minute bag in the shape of a sheet.

[Claim 4] said minute bag -- abbreviation -- the scouring pad according to claim 1 characterized by having a flat top face and a flat inferior surface of tongue.

[Claim 5] Said minute bag is a scouring pad according to claim 1 characterized by occupying 50% or more of field to the field which grinds a processed substrate.

[Claim 6] Said minute bag is a scouring pad according to claim 1 characterized by occupying 90% or less of field 60% or more to the field which grinds a processed substrate.

[Claim 7] Said minute bag is a scouring pad according to claim 1 characterized by being arranged regularly.

[Claim 8] For said minute bag, the volume of this one minute bag is 3 0.1cm. It is 3 15cm above. Scouring pad according to claim 1 characterized by being the following.

[Claim 9] For said minute bag, the volume of this one minute bag is 3 0.1cm. It is 3 10cm above. Scouring pad according to claim 1 characterized by being the following.

[Claim 10] The scouring pad according to claim 1 characterized by preparing a reinforcement layer between said 1st layer and the 2nd layer.

[Claim 11] Polish equipment characterized by arranging a minute bag in said rotor plate top face in the polish equipment which has a means to hold or press a substrate, and a rotor plate.

[Claim 12] Said minute bag is polish equipment according to claim 11 characterized by carrying out the hermetic seal of the fluid.

[Claim 13] Polish equipment according to claim 11 characterized by establishing the means which carries out the hermetic seal of the fluid in a minute bag to said rotor plate.

[Claim 14] Said fluid is polish equipment according to claim 12 or 13 characterized by being a gas.

[Claim 15] Said minute bag is polish equipment according to claim 11 characterized by being prepared on a sheet.

[Claim 16] said minute bag -- abbreviation -- the polish equipment according to claim 11 characterized by having a flat top face.

[Claim 17] Said minute bag is polish equipment according to claim 11 characterized by occupying 50% or more of field to said surface of revolution.

[Claim 18] Said minute bag is polish equipment according to claim 11 characterized by occupying 90% or less of field 60% or more to said surface of revolution.

[Claim 19] Said minute bag is polish equipment according to claim 11 characterized by being arranged

regularly.

[Claim 20] The polish approach characterized by including the process which supplies an abrasive material to the process which holds a processed substrate to a substrate attaching part, and the polished surface which the minute bag arranged on the rotor plate was prepared, and was established on this minute bag, and the process which grinds said processed substrate by rotating said rotor plate and pressing said substrate attaching part to said rotor plate.

[Claim 21] It is the scouring pad which has at least the 1st layer with the field which grinds a processed substrate, and the 2nd layer which consists of a fluid attaching part with which the fluid was filled up into the interior, and is characterized by a fluid attaching part having many stanchions inside in the scouring pad which prepared the 2nd layer in the field side where the 1st polished surface is opposite.

[Claim 22] Said fluid is a scouring pad according to claim 21 characterized by being a gas.

[Claim 23] The scouring pad characterized by sealing the gas more than atmospheric pressure at said substrate attaching part.

[Claim 24] Polish equipment characterized by \*\* by which the fluid attaching part which has many stanchions in the interior is prepared in the top face of said rotor plate in the polish equipment which has a means to hold or press a substrate, and a rotor plate.

[Claim 25] The polish approach characterized by to include the process which supplies an abrasive material to the polished surface which prepared the fluid attaching part which has many stanchions in the process which holds a processed substrate to a substrate attaching part, and the interior prepared on the rotor plate, and was established on this fluid attaching part, and the process which grinds said processed substrate by rotating said rotor plate and pressing said substrate attaching part to said rotor plate.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the scouring pad, the polish equipment using this, and the polish approach for performing chemical mechanical polishing (CMP) especially with respect to the polish technique used by the production process of a semiconductor device.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, various ultra-fine processing technology is studied and developed for high integration of LSI, and high-performance-izing. A CMP technique is one of the techniques currently studied in order to fill the demand of such severe detailed-izing, and is an indispensable technique especially in multilayer-interconnection formation processes, such as flattening of an interlayer insulation film, metal plug formation, and embedding wiring formation, an embedding isolation process, etc.

[0003] There is homogeneity within a field of a polish rate as one of the most important problems in a CMP process. That is, since the polish rate within a field varies owing to the heterogeneity of the pressure distribution within the polished surface of a ground wafer etc., the part superfluously ground within the same wafer and a part with inadequate polish arise as a result of polish. Since this heterogeneity poses a big problem in diameter wafers of macrostomia, such as 8 etc. inches, and will have a remarkable bad influence on the yield and dependability of a semiconductor device, it must raise the homogeneity within a field of a polish rate more than the former. This is because the thickness control of 0.01-micrometer unit is needed in order to apply a CMP technique to the device manufacture process of 0.25-micrometer generations including 256DRAM.

[0004] Here, the case where CMP is applied to the flattening process of an interlayer insulation film is mentioned as an example, and is explained. As shown in drawing 21 (a), after depositing an interlayer insulation film 212 in 1-micrometer thickness on the wafer which has lower layer wiring 211 level difference of 0.4 micrometers or less, as shown in drawing 21 (b), flattening of an interlayer insulation film 212 is performed using CMP. Then, after puncturing contact 213 in order to connect with wiring 211 as shown in drawing 21 (c), the upper wiring 214 is formed. When the amount of average polishes by CMP is assumed to be \*\*10% about the homogeneity within a field of 0.5 micrometers and a polish rate in the above-mentioned process, the interlayer insulation film 212 on the lower layer wiring 211 after CMP will change from 0.45 micrometers to 0.55 micrometers (delta0.1micrometer) within a wafer.

[0005] Thickness dispersion of the interlayer insulation film after CMP mentioned above is directly linked with dispersion in the contact resistance by dispersion in the RIE over etching time amount at the time of contact puncturing, and dispersion of the diameter of contact, and is connected with the fall of the manufacture yield of a semiconductor device. Moreover, when CMP is applied to embedding wiring formation, the homogeneity within a field of a polish rate is directly linked with dispersion in wiring resistance, and is connected with the fall of the manufacture yield of a semiconductor device. Therefore, in order to introduce a CMP technique into a VLSI process, it is necessary to raise the homogeneity of a

polish rate. Then, in order to raise the homogeneity within a field of a polish rate, various scouring pads are proposed. for example, in order to ease the heterogeneity of pressure distribution, there is a method of laying a comparatively hard scouring pad on a soft spring material, and securing local display flatness (or dishing -- controlling), and raising the homogeneity within a field (JP,58-45861,A, JP,57-23965,A). However, the ununiformity of pressure distribution produces all by mechanical properties, such as a perpendicular direction of the soft spring material itself, or horizontal rigidity (elastic modulus), and there is a limitation in improvement in the homogeneity within a field. moreover, the above -- the scouring pads (for example, JP,5-285825,A, JP,5-505769,A, etc.) which used the fluid cushion instead of the soft spring material are proposed. Such a fluid cushion means raising the homogeneity of a polish rate by making distribution of load of a processing side into homogeneity by the principle of a pascal.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, with the conventional CMP technique, control of dispersion in the polish rate in a wafer side was difficult, and there was a problem to which the yield and dependability of a semiconductor device fall with the ununiformity of polish. Moreover, it turned out that there are the following problems in the scouring pad using the fluid cushion proposed in order to raise the homogeneity of a polish rate further.

[0007] For example, the fluid cushion 224 which enclosed the gas with the bag made from polyethylene is attached between the scouring pad 223 of the polish equipment shown in drawing 22 (a), and a turn table 225. The polish head 221 and turn table 225 holding the processed substrate 222 It is the processed substrate 222 to a scouring pad 223, making it rotate by 100rpm, respectively, and supplying an abrasive material from the abrasive material delivery pipe 227 300 g/cm<sup>2</sup> It presses by the load. As a result of grinding the processed substrate 222, as shown in drawing 22 (b), the scouring pad 223 and the fluid cushion 224 deformed greatly, and there was a problem by which a polish head vibrates or the rotational frequency of a polish head or a scouring pad is not stabilized. Moreover, the problem that the homogeneity within a field of a polish rate did not improve for the above-mentioned problem, or the stability of a polish rate fell was caused.

[0008] This invention was accomplished in consideration of the above-mentioned situation, the place made into the purpose can make regularity the pressure distribution in the polished surface of ground substrates, such as a wafer, and it is in offering the polish equipment and the polish approach using the scouring pad and this which can raise the homogeneity within a field of a polish rate.

[0009]

[Means for Solving the Problem]

(Outline) The following configurations are used for one mode of this invention in order to solve the above-mentioned technical problem.

[0010] That is, in the scouring pad for performing CMP, this invention has at least the 1st layer with the field which grinds a processed substrate, and the 2nd layer in which the fluid arranged the minute bag by which the hermetic seal was carried out, and is characterized by preparing the 2nd layer in the field side where the polished surface of the 1st layer is opposite.

[0011] Moreover, this invention is set to the polish equipment for performing CMP, has the means and rotor plate which hold or press a substrate, and is characterized by arranging a minute bag in said rotor plate top face.

[0012] Furthermore, the polish approach of this invention is characterized by including the process which supplies an abrasive material to the process which holds a processed substrate to a substrate attaching part, and the polished surface which the minute bag arranged on the rotor plate was prepared, and was established on this minute bag, and the process which grinds said processed substrate by rotating said rotor plate and pressing said substrate attaching part to said rotor plate.

[0013] The following configurations are used for other modes of this invention.

[0014] That is, in the scouring pad for performing CMP, this invention has at least the 1st layer with the field which grinds a processed substrate, and the 2nd layer which consists of a fluid attaching part with which the fluid was filled up into the interior, prepares the 2nd layer in the field side where the 1st polished surface is opposite, and is characterized by a fluid attaching part having many stanchions

inside.

[0015] Moreover, this invention is characterized by preparing the fluid attaching part which sets to the polish equipment for performing CMP, has a means to hold or press a substrate, and a rotor plate, and has many stanchions in the interior to the top face of said rotor plate.

[0016] Furthermore, the polish approach of this invention is characterized by to include the process which supplies an abrasive material to the polished surface which prepared the fluid attaching part which has many stanchions in the process which holds a processed substrate to a substrate attaching part, and the interior prepared on the rotor plate, and was established on this fluid attaching part, and the process which grinds said processed substrate by rotating said rotor plate and pressing said substrate attaching part to said rotor plate.

[0017] (Operation) In this invention, in order to support a scouring pad, the fluid attaching part is used instead of the conventional soft spring material. Here, by using a fluid attaching part since a pressure becomes equal all the points in a fluid, to the polished surface-ed of a ground substrate, scouring pads are all points and the fluid in the sealed container is pressed by the equal pressure. Moreover, since deformation of the fluid attaching part at the time of making a scouring pad press and rotate a processed substrate by preparing a stanchion in the interior of the fluid mat which has arranged the minute bag which carried out the hermetic seal of the gas fluid to the interior, or a fluid attaching part as a fluid attaching part can be made small, rotation of the scouring pad maintenance board and the sample maintenance board can be stabilized. Consequently, the homogeneity within a field of a polish rate can be raised and it becomes possible to contribute to the improvement in the manufacture yield of a semiconductor device etc.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing.

[0019] (Operation gestalt 1) Drawing 2 is the sectional view showing the outline configuration of the polish equipment concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[0020] 21 in drawing is pivotable, in a sample, the sample holder in which a vacuum chuck is possible is shown, and the ground substrate 22 is held by this sample holder 21. Under the sample holder 21, a scouring pad 23 is formed in a front face, and the cushion 24 made of soft polyvinylchloride resin which filled up the interior with water is installed on the surface plate 25 made from SUS.

[0021] Housing 25a is prepared in the flank of a surface plate 25, and, thereby, the turn table 25 has become what equipped \*\*\*\*\* with concave structure. And the concave structure has the depth into which the cushion 24 which has a scouring pad enters. Moreover, it is possible to make the height of housing 25a high, to accumulate an abrasive material in the case of polish, and to also make a scouring pad immersed. Furthermore, the circular motion and eccentric small-circle movement are possible for a surface plate 25.

[0022] Around the sample holder 21, the dummy pressurization device 26 for pressurizing the whole polished surface surface of a scouring pad equally, and preventing big deformation of a cushion 24 is arranged so that movement of the sample holder 21 may not be barred. The piping 27 for abrasive material supply is prolonged to the upper part of a turn table 25, and control of the abrasive material amount of supply is more possible for it than an abrasive material tank (un-illustrating). It covered in 1.1mm pitch, and the slot with a width of face of 1mm was formed in the scouring pad in the shape of a grid, and the thing of 1cm angle and the foaming polyurethane structure of magnitude with a thickness of 1.3mm was made and used for it.

[0023] Next, the cross-section configuration of the ground substrate used for drawing 1 with this operation gestalt is shown. If this is explained in order of a production process, as first shown in drawing 1 (a), about 1 micrometer of silicon oxide 2 will be formed on a silicon substrate 1, and puncturing 2b with a width of face [ of 0.4-10 micrometers ] and a depth of 0.4 micrometers slot 2a for wiring and for connection wiring etc. will be formed in the front face of this silicon oxide 2 according to the usual lithography process and a reactive-ion-etching process. Subsequently, as shown in drawing 1 (b), about 50nm of TiN film 3 is formed by the direct-current magnetron sputtering method, and about 600nm of

Cu film 4 is succeeding formed by the direct-current magnetron sputtering method. The equipment shown in said drawing 2 performed CMP using the substrate created as mentioned above, the Cu film [ surpluses / other than slot 2a and aperture 2b ] 4 was removed, and Cu slot wiring and Cu plug were formed.

[0024] What added the hydrogen peroxide to the glycine water solution was made to distribute a silica particle as an abrasive material, and what added benzotriazol (it abbreviates to BTA hereafter) as inhibitor further was used.

[0025] CMP was performed about the sample of drawing 1 using above equipment. It was made for the temperature of the abrasive material accumulated on the surface plate 25 and the surface plate 25 to become fixed at 25 degrees C at the time of polish. Other polish conditions carried out the circular motion of polishing pressure force 300 gf/cm<sup>2</sup>, a surface plate 25, and the sample holder 21 by rotational frequency 60rpm. In addition, the room temperature was 25 degrees C.

[0026] The value of a part for about 120nm/in the average polish rate of Cu film at this time was acquired. Moreover, the polish rate of the TiN film was a part for about 30nm/. Moreover, dispersion in the polish rate in a wafer side was very small, and that whose homogeneity within a field when using conventional polish equipment was \*\*15% has been improved to \*\*4% by using the polish equipment of this invention. The homogeneity within a field was searched for by  $(\text{Max}-\text{Min})/(\text{Max}+\text{Min})\times 100$  (however, 10mm of wafer circumferences is removed.). Moreover, same evaluation was performed in subsequent examples.

[0027] In addition, as a modification of this operation gestalt, as a sectional view is shown in drawing 3 (a) and a top view is shown in drawing 3 (b), it is also possible to lay two or more sample holders 21 on a cushion 24, and to grind two or more ground substrates 22 to coincidence.

[0028] (Operation gestalt 2) Drawing 4 is the sectional view showing the outline configuration of the polish equipment concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[0029] 91 in drawing is pivotable and the sample holder in which a vacuum chuck is possible is shown for the sample, and the processed substrate 92 turns a polished surface down, and is held by this sample holder 91, and it is pressed with it by the scouring pad fixed on the pivotable surface plate 95 made from SUS. Here, the side which a scouring pad has the function in which the contact surface side of the processed substrate 92 holds an abrasive material, and is fixed to a surface plate is constituted by the minute bag (air cell) of a large number which put air into the interior.

[0030] Drawing which looked at the air cell used by this example from the top face is shown in drawing 5. In this example to a contact surface side with a processed substrate 1.3mm in thickness The diameter of 31mm for which the air of atmospheric pressure was enclosed with the side fixed to a surface plate inside, using firing polyurethane, height of 13mm, volume: It is the surface ratio (when it sees from a top face) of the cel section about the cel of 3 8cm. The mat with which it covered regularly so that the rate that the cel section occupies in a mat might become 70% was used.

[0031] The sample in which the level difference of silicon oxide is formed was ground using this equipment, and it evaluated about the homogeneity within a field of a polish rate. As an abrasive material, the thing which made water distribute cerium oxide 1% of the weight was used. When what was \*\*10% when current and the polish unit (IC-100/SUBA-400: Rodel Nitta make) generally used were used for the variation in a polish rate used the scouring pad of this operation gestalt, \*\*3% or less and a very good value were acquired.

[0032] (Operation gestalt 3) Drawing 6 is the sectional view showing the outline configuration of the polish equipment concerning the 3rd operation gestalt of this invention. 121 in drawing is pivotable and the sample electrode holder in which a vacuum chuck is possible is shown for the sample, and the processed substrate 122 turns a polished surface down, and is held by this sample electrode holder, and it is constituted so that it may be pressed by the scouring pad 123 fixed to the fluid cushion 124 on the pivotable surface plate 125 made from SUS.

[0033] The fluid cushion 124 is the structure which has structure to the stanchion of yarn with the cloth which knit yarn, rubber is infiltrated into the cloth of the periphery section and secures airtightness, sends in air and can carry out the airtight of it from the air supply opening 131. Drawing which looked at



the scouring pad 123 and the fluid cushion 124 from the top face is shown in drawing 7.

[0034] The sample which has the level difference of silicon oxide on a 8 inch wafer was ground using this polish equipment, and it evaluated about the homogeneity within a field of a polish rate. The pressure inside a fluid cushion is  $1.2\text{kg/cm}^2$ . It carried out and the scouring pad made from the foaming polyurethane of this top face was fixed. As an abrasive material, the thing which made water distribute cerium oxide 1% of the weight was used. The processing pressure force set rotational speed of  $0.3\text{kg/cm}^2$ , the sample electrode holder 121, and a turn table 125 to 100rpm.

[0035] When the polish equipment which fixed the scouring pad made from foaming polyurethane on the usual surface plate is used, the homogeneity of a polish rate  $\sim 10\%$ . When the polish equipment which fixed the scouring pad made from foaming polyurethane on the conventional fluid cushion (there is no stanchion in the interior and  $1.0\text{kg/cm}^2$  atmospheric air is sealed) is used When what was  $\sim 25\%$  used the polish equipment of this invention,  $\sim 4\%$  or less of homogeneity which was very excellent was acquired.

[0036] Why the homogeneity within a field of the polish rate which was excellent by using the polish equipment of this invention as mentioned above is acquired can be considered as follows. With the conventional fluid cushion, when the pressure inside a fluid cushion became higher than atmospheric pressure, the scouring pad deformed greatly. That is, when the pressure inside a fluid cushion was enclosed beforehand more highly than atmospheric pressure, or when a processed substrate was pressed to a scouring pad, the fluid cushion deformed greatly and there was a problem that a polish head did not vibrate or the rotational frequency of a polish head or a scouring pad was not stabilized during polish by it. Consequently, the distribution of load of a processing side became an ununiformity, and the homogeneity within a field of a polish rate got worse. However, by preparing many stanchions in the interior of a fluid cushion like this invention, even if the pressure inside a fluid cushion became higher than atmospheric pressure, deformation of a scouring pad could be prevented. That is, the pressure inside a fluid cushion can be beforehand enclosed now more highly than atmospheric pressure. Consequently, since deformation of a fluid cushion was controlled even if it pressed the processed substrate to the scouring pad, the problem that a polish head does not vibrate during polish or the rotational frequency of a scouring pad is not stabilized by the polish head was solvable. Therefore, the distribution of load of a processing side became homogeneity, and the homogeneity within a field of a polish rate improved.

[0037] In addition, in this operation gestalt, although the fluid cushion which wove yarn and equipped the interior with the stanchion was produced, when it was the structure which can control the deformation when pressing a fluid cushion by a septum etc., for example, the same effectiveness was acquired.

[0038] Moreover, in this operation gestalt, although air was enclosed with the interior of a fluid cushion, even if it enclosed gases, such as nitrogen and oxygen, the same effectiveness was acquired except air. Moreover, gaseous one had [ the fluid enclosed with the interior ] the homogeneity within a field better than liquids, such as water. Furthermore, when the pressure of the gas enclosed with the interior of a fluid cushion was made below into the atmospheric pressure + processing pressure force more than atmospheric pressure, the most excellent homogeneity within a field was acquired.

[0039] Furthermore, in this operation gestalt, although air was enclosed with the interior of a fluid cushion, even if it established a means to control the pressure of a fluid without enclosing air, the same effectiveness was acquired.

[0040] (Operation gestalt 4) Drawing 8 is the sectional view showing the outline configuration of the polish equipment concerning the 4th operation gestalt of this invention. 221 in drawing is pivotable and the sample electrode holder in which a vacuum chuck is possible is shown for the sample, and the processed substrate 222 turns a polished surface down, and is held by this sample electrode holder, and it is pressed with it by the surface plate pad 232 fixed on the pivotable surface plate 235 made from SUS. Here, the side which a scouring pad has the function in which the contact surface side of the processed substrate 222 holds an abrasive material, and is fixed to a surface plate consists of mats which consist of an air cell of a large number which put air into the interior. Vertical x horizontal:10x10 to

55x55mm, height which have enclosed the air of atmospheric pressure with the side which uses 1.3mm in thickness, and foaming polyurethane 223, and by which a surface plate is fixed to a contact-surface side with a processed substrate in this example inside: 10mm and volume:1-30cm<sup>3</sup> The mat 224 which consists of a cel made from polyethylene which became independent, respectively was used. Drawing which looked at the scouring pad from the top face is shown in drawing 9.

[0041] The sample by which the level difference of silicon oxide was formed on the 8 inch wafer was ground using this scouring pad, and it evaluated about the homogeneity within a field of a polish rate. As an abrasive material, the thing which made water distribute cerium oxide 1% of the weight was used. The relation between the volume of an air cell and homogeneity is shown in drawing 10. For the homogeneity of a polish rate, what was \*\*10% when the scouring pad 232 made from foaming polyurethane was used by the monolayer is foaming polyurethane, vertical x horizontal:39x39mm, height:10mm, and volume:15cm<sup>3</sup>. When the scouring pad which consists of a mat which consisted of air cells was used, \*\*10% or less of homogeneity was acquired. Furthermore, the above-mentioned foaming polyurethane, and vertical x horizontal:32x32mm, height: 10mm and volume:10cm<sup>3</sup> When the scouring pad which consists of a mat which consisted of small air cells was used, the homogeneity of \*\*5% or less which was very excellent was acquired. In addition, the volume of an air cell is 3 0.1cm. When it was the following, the problem was in the endurance of an air cell.

[0042] As mentioned above, it is thought that it is the result of having improved the distribution of load in the processing side of a processed substrate that the homogeneity within a field of a polish rate improves by making area of an air cell small since vibration of a polish head can be prevented by making area of an air cell small, or since rotation of a polish head and a scouring pad is stabilized.

[0043] (Operation gestalt 5) Drawing 11 is the sectional view showing the outline configuration of the polish equipment concerning the 5th operation gestalt of this invention. 221 in drawing is pivotable and the sample electrode holder in which a vacuum chuck is possible is shown for the sample, and the processed substrate 222 turns a polished surface down, and is held by this sample electrode holder, and it is pressed with it by the scouring pad fixed on the pivotable surface plate 225 made from SUS. Here, the side which a scouring pad has the function in which the contact surface side of the processed substrate 222 holds an abrasive material, and is fixed to a surface plate consists of mats which consist of an air cell of a large number which enclosed air with the interior. In this example to a contact surface side with a processed substrate 1.3mm in thickness The diameter for which the air of atmospheric pressure was enclosed with the side fixed to a surface plate inside using foaming polyurethane 223 : 31mm, Height: 13mm and volume:9.8cm<sup>3</sup> The mat 224 which arranged the cylinder-like cel made from polyethylene so that the surface ratio (rate that the cel section occupies in a mat when it sees from a top face) of the cel section might become 72% was used. Drawing which looked at the scouring pad from the top is shown in drawing 12.

[0044] The sample by which the level difference of silicon oxide was formed on the 8 inch wafer was ground using this scouring pad, and it evaluated about the homogeneity within a field of a polish rate. As an abrasive material, the thing which made water distribute cerium oxide 1% of the weight was used. When what was \*\*10% when the scouring pad made from foaming polyurethane was used for the homogeneity of a polish rate by the monolayer used the scouring pad of this operation gestalt, \*\*3% and a very good value were acquired.

[0045] As mentioned above, the direction which used the scouring pad of the structure shown in the 5th operation gestalt of this invention Although the reason whose homogeneity within a field of a polish rate improves rather than the scouring pad of the structure shown in the 4th operation gestalt of this invention is not clear, since the direction of the structure shown in the 5th operation gestalt of this invention is vacant as for spacing of a cel and a cel It is thought that it is because the effectiveness of being hard to get across to the cel which deformation of the pad under polish and vibration adjoined, consequently preventing vibration of a polish head is high. Or the effectiveness of stabilizing rotation of a polish head and a scouring pad is considered to be because for it to be higher.

[0046] Next, it investigated about the relation between the surface ratio of the above-mentioned cel, and the homogeneity within the field of a polish rate. The magnitude of a cel is 3 diameter:31mm,

height:13mm, and volume of 9.8cm. It is cylindrical and the surface ratio of a cel was changed to 50 - 100%. The obtained result is shown in drawing 13. As shown in drawing 13, the value at 60 - 90% of surface ratio of a cel with the best homogeneity within a field was acquired. The optimal cel surface ratio shown here changed with the configuration of a cel, the flexural rigidity of the ingredient used for the processed substrate side, and the loads of a processing side, respectively. Thus, it is thought that the reason the respectively optimal cel surface ratio changes with the configuration of a cel, flexural strength, and loads is for the distribution of load applied to a processing side with cel surface ratio and flexural strength to change since how to the cel which deformation of the pad under polish and vibration adjoined according to the configuration of a cel and the load to be transmitted changes. Moreover, as shown in drawing 20, the same effectiveness was acquired between foaming polyurethane 223 and a mat 224, for example through the thin stainless plate 230 with powerful flexural strength.

[0047] Next, it replaced with the foaming polyurethane used for the processed substrate side, and using the scouring pad using a nonwoven fabric with a thickness of 1mm, mirror polishing of a 8 inch Si wafer was performed, and it evaluated about the display flatness (TTV:TOTAL THICKNESS VARIATION) of a wafer. As an abrasive material, the colloid silica powder slurry (PH11) was used. By the above-mentioned scouring pad monolayer made of a nonwoven fabric, display flatness was able to be set to 1 micrometer or less, when what was 3 micrometers or less used the scouring pad of this operation gestalt.

[0048] In addition, in the above-mentioned operation gestalt, the air cell of structure as shown in drawing 14 (a) - (c) was used. It is the air cell which the air cell to which the air cell made from one apparatus polyethylene with which the air of an atmospheric pressure was enclosed, and (b) stuck by pressure and produced the sheet made from polyethylene of a bilayer, and (c) stuck the sheet made from polyethylene of three layers by pressure, and produced (a). The endurance of an air cell excelled (a) in (b) and the (c). Moreover, endurance was able to be raised by adding vinyl acetate in polyethylene. Moreover, it was better for endurance for the field of the upper and lower sides in the condition which is not pressed that it was shown in the operation gestalt 5 from the configuration shown in the operation gestalt 1 to be abbreviation flatness.

[0049] Moreover, in this operation gestalt, although foaming polyurethane or a nonwoven fabric was used for the processed substrate side of a scouring pad, even if it used ingredients, such as a vinyl chloride and polyethylene, the same effectiveness was acquired, for example. Moreover, the same effectiveness was acquired even if it performed dimple processing to the above-mentioned ingredient. Furthermore, the same effectiveness was acquired even if it gave the abrasive material maintenance function to the air cell section.

[0050] (Operation gestalt 6) Drawing 15 is the sectional view showing the outline configuration of the polish equipment concerning the 6th operation gestalt of this invention. A turn table is constituted by fixing the nonwoven fabric 228 which infiltrated the rubber which has the shape of toothing on the pivotable surface plate 225 made from SUS with the stationary plate 229 made from SUS, and a screw 230. Thus, the air cell which sealed the air of atmospheric pressure on the surface plate 225 made from SUS is produced by fixing the nonwoven fabric 228 into which rubber was infiltrated with the stationary plate 229 and the screw 230 on the surface plate 225 made from SUS. Polish of a processed substrate is performed by pressing a processed substrate to a scouring pad 223, fixing the scouring pad 223 holding an abrasive material, and supplying an abrasive material on this turn table. Drawing which looked at the scouring pad 223 and the turn table 225 from the top face is shown in drawing 16.

[0051] It sets to this example and is diameter:31mm, height:13mm, and volume:9.8cm<sup>3</sup> on the surface plate made from SUS. The turn table which produced the cylinder-like air cell so that the surface ratio of the cel section might become 70% was used. Moreover, foaming polyurethane 223 with a thickness of 1.3mm was used for the scouring pad.

[0052] The sample which has formed the level difference of silicon oxide on the 8 inch wafer was ground using this equipment, and it evaluated about the homogeneity within a field of a polish rate. As an abrasive material, the thing which made water distribute cerium oxide 1% of the weight was used. When what was \*\*10% when the surface plate of this invention was not used for the homogeneity of a

polish rate used the turn table of this operation gestalt, \*\*3% or less and a very good value were acquired. Moreover, as shown in drawing 19, even if it attached the fluid supply means 232 in the air cell and attached the bulb or check valve 231 for carrying out the hermetic seal of the air cell, the similarly excellent effectiveness was acquired.

[0053] In addition, this invention is not limited to each operation gestalt mentioned above. In an operation gestalt, although silicon oxide was used as a ground object, not only in silicon oxide but all ingredients, such as Cu, aluminum, and Pori Si, W, and Ru, this invention is effective. However, the homogeneity within a field of the polish rate obtained and a polish rate changes with the abrasive material maintenance capacity of the ingredient used for a processed substrate side, the classes of abrasive material, etc.

[0054] Moreover, in the operation gestalten 4-6, although the cel which enclosed atmospheric pressure air with the interior was used, when the interior of a cel was not only air but a gas, and a liquid, the same effectiveness was acquired. However, homogeneity was superior to the cel with which the way of the cel which enclosed the gas enclosed the liquid. Moreover, the result with the one [ somewhat higher than atmospheric pressure ] good [ the pressure of the sealed gas ] was obtained.

[0055] Moreover, in these operation gestalten 4-6, although the air cell of the same configuration was used, as shown in drawing 17 and 18, the scouring pad used combining the cel with a large diameter and the cel with a small diameter or effectiveness with the same said of a turn table was acquired.

[0056] Moreover, although the air cell made of a nonwoven fabric into which the product made from polyethylene or rubber was infiltrated was used, this invention was not limited to these, but the same effectiveness was acquired when the expansion coefficient at the time of adding a desired load was less than 10%.

[0057] In addition, in the range which does not deviate from the summary of this invention, it can deform variously and can carry out.

[0058]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, the pressure distribution in the polished surface of ground substrates, such as a wafer, can be made regularity by preparing the fluid attaching part which supports a scouring pad superficially according to this invention, the homogeneity within a field of a polish rate can be raised, and it also becomes possible for this to contribute to the manufacture yield of a semiconductor device, the improvement in dependability, etc.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-97772

(43) 公開日 平成9年(1997)4月8日

| (51) Int.Cl. <sup>4</sup>     | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I            | 技術表示箇所                             |
|-------------------------------|-------|--------|----------------|------------------------------------|
| H 0 1 L 21/304                | 3 2 1 |        | H 0 1 L 21/304 | 3 2 1 E<br>3 2 1 M<br>3 2 1 S<br>C |
| B 2 4 B 37/00                 |       |        | B 2 4 B 37/00  |                                    |
| // C 0 8 J 5/14               |       |        | C 0 8 J 5/14   |                                    |
| 審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 12 頁) |       |        |                |                                    |

(21) 出願番号 特願平8-332

(22) 出願日 平成8年(1996)1月5日

(31) 優先権主張番号 特願平7-185862

(32) 優先日 平7(1995)7月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 佐々木 泰幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 中田 鎌平

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 金子 尚史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

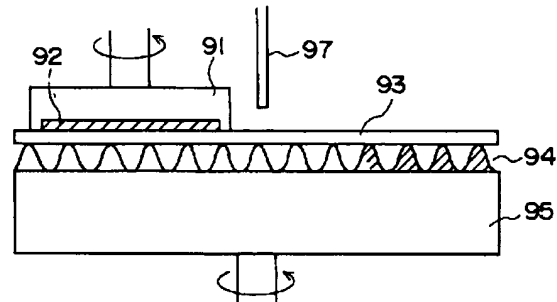
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨パッド、研磨装置及び研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体ウェハの研磨面内での圧力分布を一定にすることができ、研磨速度の面内均一性を向上させることのできる研磨装置を提供する。

【解決手段】 CMPを行うための研磨装置において、半導体ウェハ92の研磨に供される研磨パッド93と、内部に空気を気密封止した微小袋を規則的に配設してなり、研磨パッド93を平面的に支持するエアーマット94と、エアーマット94を介してウェハ92に対して研磨パッド93を押圧する押圧機構と、研磨パッド93とウェハ92とを摺動させる摺動機構とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被処理基板を研磨する面を有した第1の層と、流体が気密封止された微小袋を配設した第2の層とを少なくとも有し、第1の層の研磨面とは反対の面側に第2の層を設けたことを特徴とする研磨パッド。

【請求項2】前記流体は気体であることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項3】前記第2の層は微小袋をシート状に設けられることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項4】前記微小袋は略平坦な上面と下面とを有することを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項5】前記微小袋は、被処理基板を研磨する面に対して50%以上の領域を占めることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項6】前記微小袋は、被処理基板を研磨する面に対して60%以上90%以下の領域を占めることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項7】前記微小袋は規則的に配設されることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項8】前記微小袋は該微小袋1個の体積が0.1cm<sup>3</sup>以上15cm<sup>3</sup>以下であることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項9】前記微小袋は該微小袋1個の体積が0.1cm<sup>3</sup>以上10cm<sup>3</sup>以下であることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項10】前記第1層と第2層との間に補強層を設けることを特徴とする請求項1に記載の研磨パッド。

【請求項11】基板を保持または押圧する手段と、回転板とを有する研磨装置において、前記回転板上面に微小袋が配設されることを特徴とする研磨装置。

【請求項12】前記微小袋は流体が気密封止されることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項13】前記回転板には微小袋中の流体を気密封止する手段が設けられていることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項14】前記流体は気体であることを特徴とする請求項12または13記載の研磨装置。

【請求項15】前記微小袋はシート上に設けられていることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項16】前記微小袋は略平坦な上面を有することを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項17】前記微小袋は前記回転面に対して50%以上の領域を占めることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項18】前記微小袋は前記回転面に対して60%以上90%以下の領域を占めることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項19】前記微小袋は規則的に配設されることを特徴とする請求項11記載の研磨装置。

【請求項20】被処理基板を基板保持部に保持する工程

と、回転板上に配設された微小袋が設けられ、この微小袋上に設けられた研磨面に研磨剤を供給する工程と、前記回転板を回転させて前記基板保持部を前記回転板に対して押圧することにより、前記被処理基板を研磨する工程とを含むことを特徴とする研磨方法。

【請求項21】被処理基板を研磨する面を有した第1の層と、内部に流体が充填された流体保持部からなる第2の層とを少なくとも有し、第1の研磨面とは反対の面側に第2の層を設けた研磨パッドにおいて、流体保持部が内部に多数の支柱を有することを特徴とする研磨パッド。

【請求項22】前記流体は気体であることを特徴とする請求項21記載の研磨パッド。

【請求項23】前記基板保持部には、大気圧以上の気体が密封されていることを特徴とする研磨パッド。

【請求項24】基板を保持または押圧する手段と、回転板とを有する研磨装置において、前記回転板の上面に、その内部に多数の支柱を有する流体保持部が設けられていることを特徴とする研磨装置。

【請求項25】被処理基板を基板保持部に保持する工程と、回転板上に設けられた内部に多数の支柱を有する流体保持部を設け、この流体保持部に設けられた研磨面に研磨剤を供給する工程と、前記回転板を回転させて前記基板保持部を前記回転板に対して押圧することにより、前記被処理基板を研磨する工程とを含むことを特徴とする研磨方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスの製造工程で用いられる研磨技術に係わり、特にケミカル・メカニカル・ポリッシング(CMP)を行うための研磨パッドと、これを用いた研磨装置及び研磨方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、LSIの高集積化、高性能化のため、様々な微細加工技術が研究、開発されている。CMP技術は、そのような厳しい微細化の要求を満たすために研究されている技術の一つであり、特に層間絶縁膜の平坦化、金属プラグ形成、埋め込み配線形成等の多層配線形成工程、更には埋め込み素子分離工程等において必須の技術である。

【0003】CMPプロセスにおける最も重要な問題の一つとして、研磨速度の面内均一性がある。即ち、被研磨ウェハの研磨面内における圧力分布の不均一性等が原因で、面内の研磨速度がばらつくため、研磨の結果、同一ウェハ内で過剰に研磨される部分と研磨が不十分な部分が生じる。この不均一性は、8インチ等の大口径ウェハにおいて大きな問題となり、半導体素子の歩留まりや信頼性に著しい悪影響を与えることになるため、研磨速度の面内均一性を、これまで以上に向上させなければな

らない。これは、256 DRAMをはじめとする0.25  $\mu\text{m}$  世代のデバイス製造プロセスにCMP技術を適用するためには、0.01  $\mu\text{m}$  単位の膜厚制御が必要とされるからである。

【0004】ここで、CMPを層間絶縁膜の平坦化工程に適用した場合を例に挙げて説明する。図21(a)に示すように、0.4  $\mu\text{m}$  以下の下層配線211段差を有するウェハ上に層間絶縁膜212を1  $\mu\text{m}$  の膜厚で堆積した後、図21(b)に示すように、CMPを用いて層間絶縁膜212の平坦化を行なう。その後、図21(c)に示すように、配線211と接続するためにコンタクト213を開孔した後、上層配線214を形成する。上記プロセスにおいてCMPによる平均研磨量を0.5  $\mu\text{m}$ 、研磨速度の面内均一性を $\pm 10\%$ であると仮定すると、CMP後の下層配線211上の層間絶縁膜212は、ウェハ内で0.45  $\mu\text{m}$  から0.55  $\mu\text{m}$  ( $\Delta 0.1 \mu\text{m}$ ) まで変化することになる。

【0005】上述したCMP後の層間絶縁膜の厚さばらつきは、コンタクト開孔時のRIEオーバーエッチング時間のばらつき、コンタクト径のばらつきによるコンタクト抵抗値のばらつきに直結し、半導体素子の製造歩留まりの低下に結び付く。また、埋め込み配線形成にCMPを適用した場合においても、研磨速度の面内均一性は、配線抵抗値のばらつきに直結し、半導体素子の製造歩留まりの低下に結び付く。したがって、CMP技術を超LSIプロセスに導入するには、研磨速度の均一性を向上させることが必要になってくる。そこで、研磨速度の面内均一性を向上させるために種々の研磨パッドが提案されている。例えば、圧力分布の不均一性を緩和するために、柔らかい弾性材料の上に比較的硬質な研磨パッドを載置し、局所的平坦度を確保し(或いはディッシングを抑制し)、かつ面内均一性を向上させる方法がある(特開昭58-45861号、特開昭57-23965号)。しかし、いずれも軟らかい弾性材料自体の垂直方向或いは水平方向の剛性(弾性率)といった機械的特性によって圧力分布の不均一が生じ、面内均一性の向上には限界がある。また、上記柔らかい弾性材料の代わりに流体クッションを用いた研磨パッド(例えば、特開平5-285825号、特開平5-505769号など)が提案されている。このような流体クッションは、パスカルの原理により加工面の荷重分布を均一にすることにより、研磨速度の均一性を向上させることを意図したものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように従来のCMP技術では、ウェハ面内での研磨速度のばらつきの制御が難しく、研磨の不均一により半導体素子の歩留まりや信頼性が低下する問題があった。また、研磨速度の均一性をさらに向上させるために提案された流体クッションを用いた研磨パッドには、次のような問題があることが

わかった。

【0007】例えば、ポリエチレン製の袋に気体を封入した流体クッション224を図22(a)に示す研磨装置の研磨パッド223と研磨定盤225との間に取り付け、被処理基板222を保持した研磨ヘッド221と研磨定盤225とを、それぞれ100 rpmで回転させ、研磨剤供給パイプ227から研磨剤を供給しながら被処理基板222を研磨パッド223に300 g/cm<sup>2</sup> の荷重で押圧して、被処理基板222を研磨した結果、図22(b)に示すように研磨パッド223と流体クッション224が大きく変形し、研磨ヘッドが振動したり、研磨ヘッドや研磨パッドの回転数が安定しなかったりする問題があった。また、上記問題のために、研磨速度の面内均一性が向上しなかったり、研磨速度の安定性が低下するという問題を引き起こしていた。

【0008】本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、ウェハ等の被研磨基板の研磨面内での圧力分布を一定にすることができ、研磨速度の面内均一性を向上させることのできる研磨パッド及びこれを用いた研磨装置ならびに研磨方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

(概要) 上記課題を解決するために本発明の1つの態様は、次のような構成を採用している。

【0010】即ち本発明は、CMPを行うための研磨パッドにおいて、被処理基板を研磨する面を有した第1の層と、流体が気密封止された微小袋を配設した第2の層とを少なくとも有し、第1の層の研磨面とは反対の面側に第2の層を設けたことを特徴とする。

【0011】また本発明は、CMPを行うための研磨装置において、基板を保持または押圧する手段と回転板とを有し、前記回転板上面に微小袋が配設されることを特徴とする。

【0012】さらに、本発明の研磨方法は、被処理基板を基板保持部に保持する工程と、回転板上に配設された微小袋が設けられ、この微小袋上に設けられた研磨面に研磨剤を供給する工程と、前記回転板を回転させて前記基板保持部を前記回転板に対して押圧することにより、前記被処理基板を研磨する工程とを含むことを特徴とする。

【0013】本発明の他の態様は、次のような構成を採用している。

【0014】即ち本発明は、CMPを行うための研磨パッドにおいて、被処理基板を研磨する面を有した第1の層と、内部に流体が充填された流体保持部からなる第2の層とを少なくとも有し、第1の研磨面とは反対の面側に第2の層を設け、流体保持部が内部に多数の支柱を有することを特徴とする。

【0015】また、本発明は、CMPを行うための研磨

装置において、基板を保持または押圧する手段と、回転板とを有し、前記回転板の上面に、その内部に多数の支柱を有する流体保持部が設けられていることを特徴とする。

【0016】さらに、本発明の研磨方法は、被処理基板を基板保持部に保持する工程と、回転板上に設けられた内部に多数の支柱を有する流体保持部を設け、この流体保持部に設けられた研磨面に研磨剤を供給する工程と、前記回転板を回転させて前記基板保持部を前記回転板に対して押圧することにより、前記被処理基板を研磨する工程とを含むことを特徴とする。

【0017】(作用) 本発明においては、研磨パッドを支持するために、従来の軟らかい弾性材料の代わりに流体保持部を用いている。ここで、密閉した容器内の流体は、流体内の全ての点で圧力が等しくなることから、流体保持部を用いることにより、被研磨基板の被研磨面に対して研磨パッドが全ての点で等しい圧力で押圧される。また流体保持部として、内部に気体流体を気密封止した微小袋を配置した流体マットあるいは流体保持部内部に支柱を設けることにより、被処理基板を研磨パッドに押圧して回転させたときの流体保持部の変形を小さくできることから、研磨パッド保持盤、試料保持盤の回転を安定化することができる。その結果、研磨速度の面内均一性を向上させることができ、半導体素子の製造歩留まり向上等に寄与することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0019】(実施形態1) 図2は、本発明の第1の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図である。

【0020】図中21は回転可能で試料を真空チャック可能な試料ホルダを示しており、この試料ホルダ21によって、被研磨基板22は保持されるようになっている。試料ホルダ21の下方には、表面に研磨パッド23が形成され、内部に水を充填した軟質塩化ビニル樹脂製のクッション24が、SUS製定盤25の上に設置されている。

【0021】定盤25の側部に支持棒25aが設けられており、これにより研磨定盤25は上面に凹構造を備えたものとなっている。そして、その凹構造は研磨パッドを有するクッション24が入り込む深さを有している。また、支持棒25aの高さを高くして研磨の際に研磨剤を溜めて、研磨パッドを浸漬させることも可能である。さらに、定盤25は円運動、偏心小円運動が可能となっている。

【0022】試料ホルダ21の周囲には、研磨パッドの研磨面全面を均等に加圧してクッション24の大きな変形を防ぐためのダミー加圧機構26が、試料ホルダ21の運動を妨げないように配置されている。研磨剤供給用

の配管27は研磨剤タンク(不図示)より研磨定盤25の上部まで延びており、研磨剤供給量の制御が可能となっている。研磨パッドには、1cm角、厚さ1.3mmの大きさの発泡ポリウレタン構造のものを、1.1mmピッチで敷き詰めて、幅1mmの溝が格子状に形成されるようにして用いた。

【0023】次に、図1に本実施形態で使用した被研磨基板の断面形状を示す。これを製造工程順に説明すると、まず図1(a)に示すように、シリコン基板1上にシリコン酸化膜2を1 $\mu$ m程度形成し、このシリコン酸化膜2の表面に、幅0.4~10 $\mu$ m、深さ0.4 $\mu$ mの配線用の溝2a及び接続配線用の開孔2b等を、通常のリソグラフィ工程、反応性イオンエッチング工程により形成する。次いで、図1(b)に示すように、直流マグネトロンスパッタリング法により、TiN膜3を約50nm形成し、引き続き直流マグネトロンスパッタリング法により、Cu膜4を約600nm形成する。以上のように作成した基板を用い、前記図2に示す装置でCMPを行い、溝2a、開孔2b以外の余剰なCu膜4を除去して、Cu溝配線及びCuプラグを形成した。

【0024】研磨剤としては、グリシン水溶液に過酸化水素を加えたものにシリカ粒子を分散させ、更にインヒビターとしてベンゾトリアゾール(以下、BTAと略す)を添加したものをを用いた。

【0025】上記の装置を用いて、図1の試料についてCMPを行った。研磨時、定盤25及び定盤25上に溜められた研磨剤の温度は25℃で一定になるようにした。その他の研磨条件は、研磨圧力300gf/cm<sup>2</sup>、定盤25、試料ホルダ21共に、回転数60rpmで円運動させた。なお、室温は25℃であった。

【0026】このときのCu膜の平均研磨速度は、約120nm/分という値が得られた。また、TiN膜の研磨速度は約30nm/分であった。また、ウェハ面内での研磨速度のばらつきは極めて小さく、従来の研磨装置を用いた時の面内均一性が $\pm 15\%$ であったものが、本発明の研磨装置を用いることにより、 $\pm 4\%$ に改善された。面内均一性は、 $(\text{Max}-\text{Min})/(\text{Max}+\text{Min}) \times 100$ により求めた(ただし、ウェーハ周辺10mmは除く。)。また、以降の実施例において同様の評価を行なった。

【0027】なお、本実施形態の変形例として、図3(a)に断面図を、図3(b)に平面図を示すように、クッション24上に複数の試料ホルダ21を載置し、複数の被研磨基板22を同時に研磨することも可能である。

【0028】(実施形態2) 図4は、本発明の第2の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図である。

【0029】図中91は回転可能で試料を真空チャック可能な試料ホルダを示しており、この試料ホルダ91に



よって、被処理基板92は研磨面を下にして保持され、回転可能なSUS製定盤95上に固定された研磨パッドに押圧されるようになっている。ここで、研磨パッドは、被処理基板92の接触面側が研磨剤を保持する機能を有し、また、定盤に固定される側は、内部に空気を入れた多数の微小袋（エアセル）により構成されている。

【0030】図5には、本実施例で用いたエアセルを上面から見た図を示す。本実施例においては、被処理基板との接触面側に、厚さ1.3mm、発泡ポリウレタンを用い、また、定盤に固定される側に、内部に大気圧の空気が封入された直径31mm、高さ13mm、体積：8cm<sup>3</sup>のセルをセル部の面積比（上面から見たとき、セル部がマット中で占める割合）が70%になるように規則的に敷き詰めたマットを用いた。

【0031】この装置を用いて、シリコン酸化膜の段差が形成してある試料を研磨して研磨速度の面内均一性について評価した。研磨剤としては、酸化セリウムを水に1重量%分散させたものを用いた。研磨速度のバラツキは、現在、一般的に用いられている研磨ユニット（IC-100/SUBA-400：ロデールニツク製）を用いた場合には±10%であったものが、本実施形態の研磨パッドを用いた場合には±3%以下と非常に良好な値が得られた。

【0032】（実施形態3）図6は、本発明の第3の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図である。図中121は、回転可能で試料を真空チャック可能な試料ホルダーを示しており、この試料ホルダーによって被処理基板122は研磨面を下にして保持され、回転可能なSUS製定盤125上の流体クッション124に固定された研磨パッド123に押圧されるよう構成されている。

【0033】流体クッション124は、糸の支柱と、糸を編んだ布で構造されており、外周部の布にはゴムを含浸させて気密性を確保し、空気供給口131より空気を送り込んで気密できる構造である。研磨パッド123および流体クッション124を上面から見た図を図7に示す。

【0034】この研磨装置を用いて、8インチウェハ上にシリコン酸化膜の段差を有する試料を研磨し、研磨速度の面内均一性について評価した。流体クッション内部の圧力は、1.2kg/cm<sup>2</sup>とし、この上面の発泡ポリウレタン製の研磨パッドを固定した。研磨剤としては、酸化セリウムを水に1重量%分散させたものを用いた。加工圧力は0.3kg/cm<sup>2</sup>、試料ホルダー121および研磨定盤125の回転速度は100rpmとした。

【0035】研磨速度の均一性は、発泡ポリウレタン製の研磨パッドを通常の定盤の上に固定した研磨装置を用いた場合には±10%、発泡ポリウレタン製の研磨パッ

ドを従来の流体クッション（内部に支柱は無く、1.0kg/cm<sup>2</sup>の大気が密封されている）上に固定した研磨装置を用いた場合には、±25%であったものが、本発明の研磨装置を用いた場合には、±4%以下の非常に優れた均一性が得られた。

【0036】上述したように本発明の研磨装置を用いることにより優れた研磨速度の面内均一性が得られる理由は、次のように考えることができる。従来の流体クッションでは、流体クッション内部の圧力が大気圧より高くなると研磨パッドが大きく変形した。つまり、流体クッション内部の圧力を予め大気圧より高く封入した時や、被処理基板を研磨パッドに押圧した時、流体クッションが大きく変形し、それによって、研磨中に研磨ヘッドが振動したり、研磨ヘッドや研磨パッドの回転数が安定しなかったりするという問題があった。その結果、加工面の荷重分布が不均一になり、研磨速度の面内均一性が悪化した。しかしながら、本発明のように流体クッション内部に支柱を多数設けることにより、流体クッション内部の圧力が大気圧より高くなっても研磨パッドの変形を防止することができるようになった。つまり、流体クッション内部の圧力を予め大気圧より高く封入できるようになった。その結果、被処理基板を研磨パッドに押圧しても流体クッションの変形は抑制されるので、研磨中に研磨ヘッドが振動したり、研磨ヘッドが研磨パッドの回転数が安定しなかったりするという問題を解決することができた。したがって、加工面の荷重分布が均一になり、研磨速度の面内均一性が向上した。

【0037】なお、本実施形態においては、糸を織って内部に支柱を備えた流体クッションを作製したが、例えば、隔壁などにより流体クッションを押圧した時の変形が抑制できる構造であれば同様な効果が得られた。

【0038】また、本実施形態においては、流体クッション内部に空気を封入したが、空気以外、窒素、酸素などの気体を封入しても同様な効果が得られた。また、内部に封入する流体は、水などの液体より気体の方が面内均一性がよかった。さらに、流体クッション内部に封入する気体の圧力は、大気圧以上、大気圧+加工圧力以下とした際に、最も優れた面内均一性が得られた。

【0039】さらに、本実施形態においては、流体クッション内部に空気を封入したが、空気を封入しないで、流体の圧力を制御する手段を設けても同様な効果が得られた。

【0040】（実施形態4）図8は、本発明の第4の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図である。図中221は、回転可能で試料を真空チャック可能な試料ホルダーを示しており、この試料ホルダーによって被処理基板222は研磨面を下にして保持され、回転可能なSUS製定盤235上に固定された定盤パッド232に押圧されるようになっている。ここで、研磨パッドは、被処理基板222の接触面側が研磨剤を保持する

機能を有し、また、定盤に固定される側は、内部に空気を入れた多数のエア・セルからなるマットより構成されている。本実施例においては、被処理基板との接触面側に、厚さ1.3mm、発泡ポリウレタン223を用い、定盤が固定される側に、内部に大気圧の空気が封入してある縦×横：10×10から55×55mm、高さ：10mm、体積：1～30cm<sup>3</sup>のそれぞれ独立したポリエチレン製セルからなるマット224を用いた。研磨パッドを上面から見た図を図9に示す。

【0041】この研磨パッドを用いて、8インチウェハ上にシリコン酸化膜の段差が形成された試料を研磨して研磨速度の面内均一性について評価した。研磨剤としては、酸化セリウムを水に1重量%分散させたものを用いた。エアセルの体積と均一性との関係を図10に示す。研磨速度の均一性は、発泡ポリウレタン製の研磨パッド232を単層で用いた場合には±10%であったものが、発泡ポリウレタンと、縦×横：39×39mm、高さ：10mm、体積：15cm<sup>3</sup>のエアセルとより構成されたマットよりなる研磨パッドを用いた場合には、±10%以下の均一性が得られた。さらに、上記発泡ポリウレタンと、縦×横：32×32mm、高さ：10mm、体積：10cm<sup>3</sup>より小さいエアセルとから構成されたマットよりなる研磨パッドを用いた場合には、±5%以下という非常に優れた均一性が得られた。なお、エアセルの体積が0.1cm<sup>3</sup>以下だと、エアセルの耐久性に問題があった。

【0042】上述したように、エアセルの面積を小さくすることにより研磨速度の面内均一性が向上するのは、エアセルの面積を小さくすることによって、研磨ヘッドの振動を防止できるため、あるいは、研磨ヘッドや研磨パッドの回転が安定するために、被処理基板の加工面における荷重分布が改善された結果であると考えられる。

【0043】(実施形態5)図11は、本発明の第5の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図である。図中221は、回転可能で試料を真空チャック可能な試料ホルダーを示しており、この試料ホルダーによって被処理基板222は研磨面を下にして保持され、回転可能なSUS製定盤225上に固定された研磨パッドに押圧されるようになっている。ここで、研磨パッドは、被処理基板222の接触面側が研磨剤を保持する機能を有し、また、定盤に固定される側は、内部に空気を封入した多数のエアセルからなるマットより構成されている。本実施例においては、被処理基板との接触面側に、厚さ1.3mm、発泡ポリウレタン223を用い、定盤に固定される側に、内部に大気圧の空気が封入された直径：31mm、高さ：13mm、体積：9.8cm<sup>3</sup>の円柱状のポリエチレン製セルをセル部の面積比(上面から見た時、セル部がマット中で占める割合)が72%になるように配設したマット224を用いた。研磨パッド

を上から見た図を図12に示す。

【0044】この研磨パッドを用いて、8インチウェハ上にシリコン酸化膜の段差が形成された試料を研磨して、研磨速度の面内均一性について評価した。研磨剤としては、酸化セリウムを水に1重量%分散させたものを用いた。研磨速度の均一性は、発泡ポリウレタン製の研磨パッドを単層で用いた場合には±10%であったものが、本実施形態の研磨パッドを用いた場合には±3%と非常に良好な値が得られた。

【0045】上述したように、本発明の第5の実施形態に示す構造の研磨パッドを用いた方が、本発明の第4の実施形態に示す構造の研磨パッドよりも研磨速度の面内均一性が向上する理由は明らかでないが、本発明の第5の実施形態に示す構造の方がセルとセルとの間隔は空いているために、研磨中のパッドの変形、振動が隣接したセルに伝わりにくく、その結果、研磨ヘッドの振動を防止する効果が高いためであると考えられる。あるいは、研磨ヘッドや研磨パッドの回転を安定させる効果が、より高いためであるとも考えられる。

【0046】次に、上記セルの面積比と研磨速度の面内均一性との関係について調べた。セルの大きさは、直径：31mm、高さ：13mm、体積9.8cm<sup>3</sup>の円柱状であり、セルの面積比を50～100%まで変化した。得られた結果を、図13に示す。図13に示すように面内均一性は、セルの面積比60～90%で最も良好な値が得られた。ここに示した最適なセル面積比は、セルの形状、被処理基板側に用いた材料の曲げ剛性、加工面の荷重によってそれぞれ変化した。このようにセルの形状、曲げ強度、荷重によりそれぞれ最適なセル面積比が変化する理由は、セルの形状、荷重により研磨中のパッドの変形、振動の隣接したセルへの伝わり方が変化するため、また、セル面積比、曲げ強度により加工面に掛かる荷重分布が変化するためであると考えられる。また、図20に示すように、発泡ポリウレタン223とマット224との間に、曲げ強度が強い例えば薄いステンレス板230を介しても同様な効果が得られた。

【0047】次に、被処理基板側に用いた発泡ポリウレタンに代えて厚さ1mmの不織布を用いた研磨パッドを用いて、8インチSiウェハの鏡面研磨を行ない、ウェハの平坦度(TTV：TOTAL THICKNESS VARIATION)について評価した。研磨剤としては、コロイド状シリカ粉末スラリー(PH11)を用いた。平坦度は、上記不織布製研磨パッド単層では3μm以下であったものが、本実施形態の研磨パッドを用いた場合には、1μm以下にすることができた。

【0048】なお、上記実施形態においては、図14(a)～(c)に示すような構造のエア・セルを用いた。(a)は大気圧の空気が封入された一体型ポリエチレン製エア・セル、(b)は、二層のポリエチレン製シートを圧着して作製したエア・セル、(c)は、三層の

ポリエチレン製シートを圧着して作製したエア・セルである。エア・セルの耐久性は、(a)より(b)、(c)の方が優れていた。また、ポリエチレンに酢酸ビニルを添加することによって、耐久性を向上させることができた。また、実施形態1に示した形状より、実施形態5に示したような押圧しない状態で上下の面が略平坦であった方が耐久性がよかった。

【0049】また、本実施形態においては、研磨パッドの被処理基板側に発泡ポリウレタン、あるいは不織布を用いたが、例えば、塩化ビニル、ポリエチレンなどの材料を用いても同様の効果が得られた。また、上記材料にディンプル加工を施しても同様の効果が得られた。さらに、エア・セル部に研磨剤保持機能を付与しても同様の効果が得られた。

【0050】(実施形態6)図15は、本発明の第6の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図である。研磨定盤は、回転可能なSUS製定盤225上に凹凸形状を有するゴムを含浸させた不織布228を、SUS製固定板229とネジ230により固定することにより構成される。このように、固定板229とネジ230とでゴムを含浸させた不織布228をSUS製定盤225上に固定することによって、SUS製定盤225上に大気圧の空気を密封したエア・セルが作製される。被処理基板の研磨は、この研磨定盤上に研磨剤を保持する研磨パッド223を固定し、研磨剤を供給しながら被処理基板を研磨パッド223に押圧することにより行なわれる。研磨パッド223と研磨定盤225を上面から見た図を図16に示す。

【0051】本実施例においては、SUS製定盤上に直径：31mm、高さ：13mm、体積：9.8cm<sup>3</sup>の円柱状のエア・セルを、セル部の面積比が70%になるように作製した研磨定盤を用いた。また、研磨パッドには、厚さ1.3mmの発泡ポリウレタン223を用いた。

【0052】この装置を用いて、8インチウェハ上にシリコン酸化膜の段差が形成してある試料を研磨し、研磨速度の面内均一性について評価した。研磨剤としては、酸化セリウムを水に1重量%分散させたものを用いた。研磨速度の均一性は、本発明の定盤を用いなかった場合には±10%であったものが、本実施形態の研磨定盤を用いた場合には±3%以下と非常に良好な値が得られた。また、図19に示すように、エアセルに流体供給手段232を取り付け、エアセルを気密封止するためのバルブまたは逆止弁231を取り付けても同様に優れた効果が得られた。

【0053】なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。実施形態においては、被研磨物としてシリコン酸化膜を用いたが、シリコン酸化膜に限らず、Cu、Al、ポリSi、W、Ru等のあらゆる材料において、本発明は有効である。ただし、得られる研磨

速度、研磨速度の面内均一性は、被処理基板側に用いる材料の研磨剤保持能力、研磨剤の種類などにより変化する。

【0054】また、実施形態4～6においては、内部に大気圧空気を封入したセルを用いたが、セルの内部は空気に限らず、気体、液体ならば同様の効果が得られた。ただし、気体を封入したセルのほうが液体を封入したセルより均一性が優れていた。また、密封した気体の圧力は大気圧より少し高い方が良好な結果が得られた。

【0055】また、これらの実施形態4～6においては、同一形状のエア・セルを用いたが、図17および18に示すように、直径の大きいセルと、直径の小さなセルを組み合わせる用いた研磨パッド、あるいは、研磨定盤でも同様な効果が得られた。

【0056】また、ポリエチレン製、あるいはゴムを含浸させた不織布製のエア・セルを用いたが、本発明はこれらに限定されず、所望の荷重を加えた際の膨張率が10%以内であれば同様の効果が得られた。

【0057】その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0058】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、研磨パッドを平面的に支持する流体保持部を設けることにより、ウェハ等の被研磨基板の研磨面内での圧力分布を一定にすることができ、研磨速度の面内均一性を向上させることができ、これにより半導体素子の製造歩留まり及び信頼性向上等に寄与することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例に使用した被研磨基板の断面形状を示す工程図。

【図2】第1の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図。

【図3】第1の実施形態の変形例の概略構成を示す断面図と平面図。

【図4】第2の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図。

【図5】第2の実施形態におけるエアセルマットを上面から見た図。

【図6】第3の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図。

【図7】第3の実施形態におけるエアセルマットを上面から見た図。

【図8】第4の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図。

【図9】第4の実施形態におけるエアセルマットを上面から見た図。

【図10】第4の実施形態におけるセルの体積と均一性との関係を示すグラフ図。

【図11】第5の実施形態に係わる研磨装置の概略構成を示す断面図。

【図12】第5の実施形態におけるエアセルマットを上  
面から見た図。

【図13】第5の実施形態におけるセルの面積比と均一  
性との関係を示すグラフ図。

【図14】第5の実施形態におけるマット構造の詳細  
図。

【図15】第6の実施形態に係わる研磨装置の概略構成  
を示す断面図。

【図16】第6の実施形態におけるエアセルマットを上  
面から見た図。

【図17】本発明の他の実施形態に係わる研磨装置の概  
略構成を示す断面図。

【図18】本発明の他の実施形態におけるエアセルマッ  
トを上面から見た図。

【図19】本発明の他の実施形態に係わる研磨装置の概  
略構成を示す断面図。

【図20】本発明の他の実施形態に係わる研磨装置の概

略構成を示す断面図。

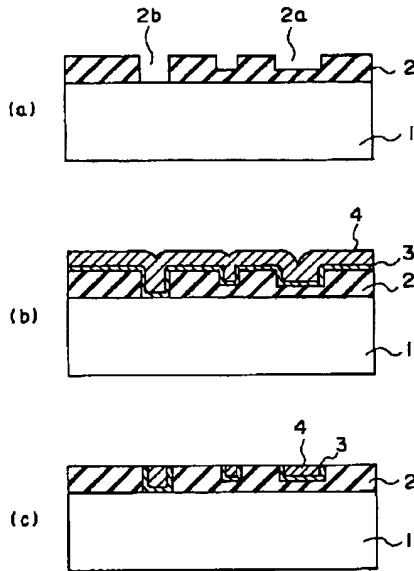
【図21】従来の研磨装置を用いて形成した多層配線の  
断面図。

【図22】従来の研磨装置の概略構成を示す断面図。

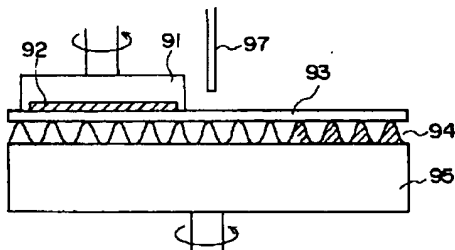
【符号の説明】

- 1…シリコン基板
- 2…シリコン酸化膜
- 2a…配線用溝
- 2b…接続用開口
- 3…TiN膜
- 4…Cu膜
- 11…試料ホルダ
- 12…被研磨基板
- 13…研磨パッド
- 14…クッション
- 15…研磨定盤
- 15a…支持枠

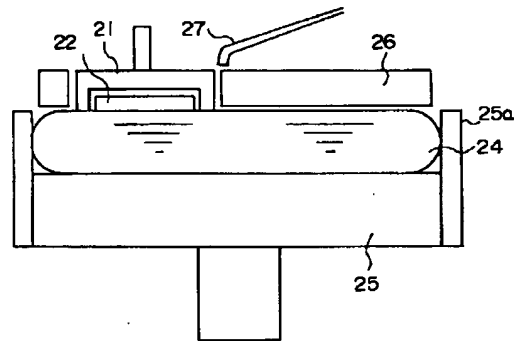
【図1】



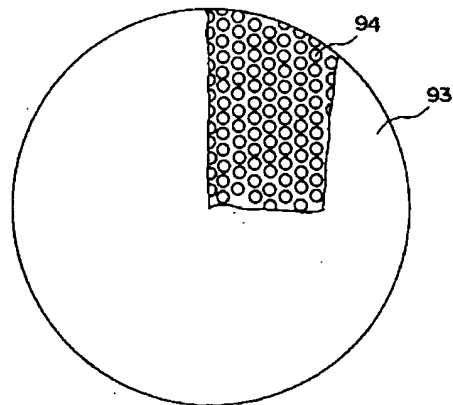
【図4】



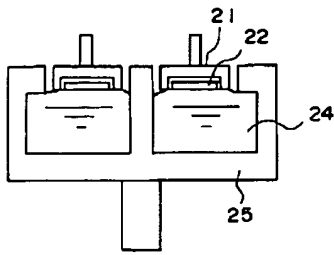
【図2】



【図5】

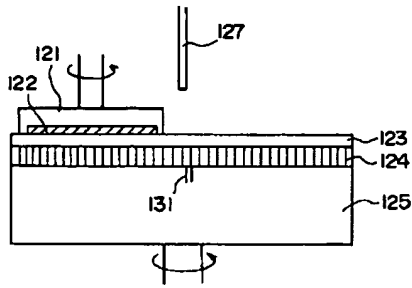


【図3】

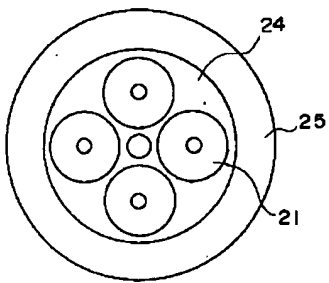
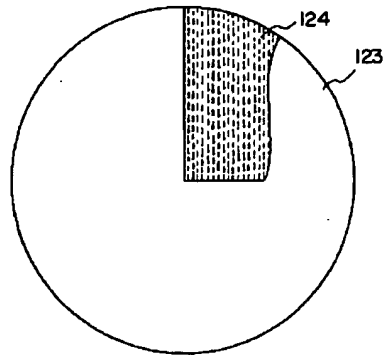


(a)

【図6】

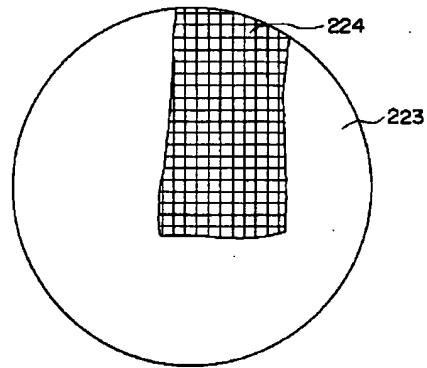


【図7】

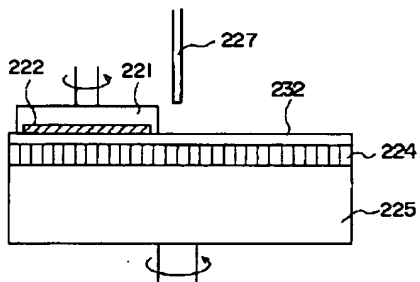


(b)

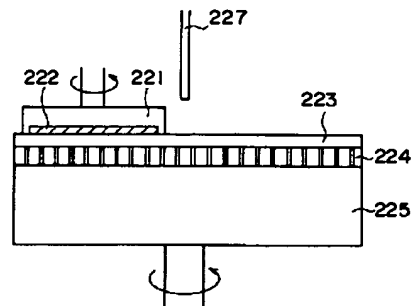
【図9】



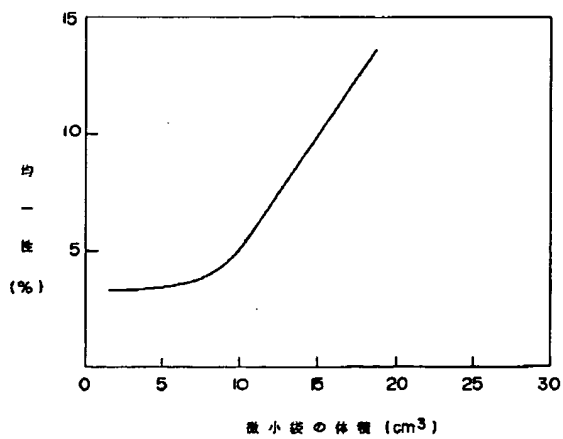
【図8】



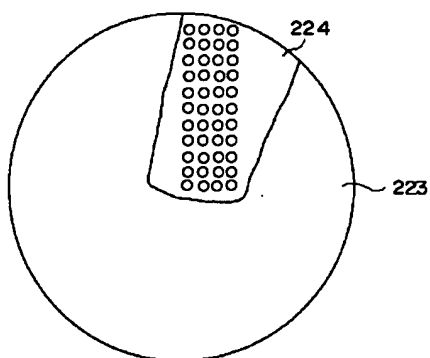
【図11】



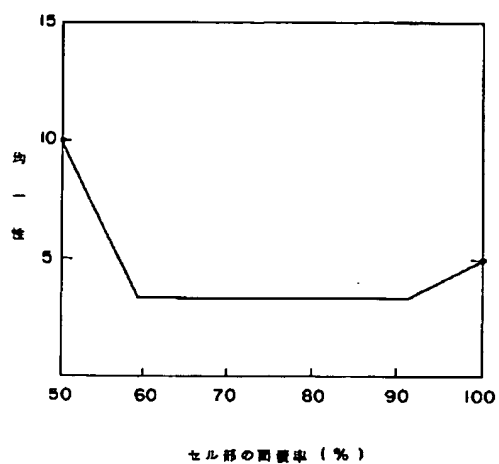
【図10】



【図12】

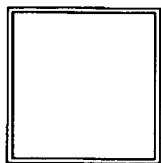


【図13】

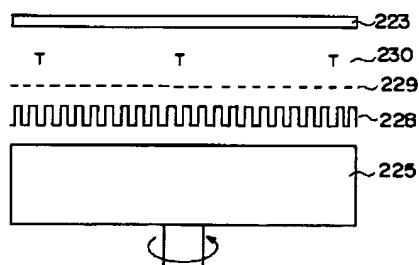


【図14】

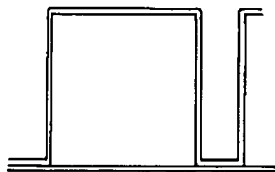
(a)



【図15】

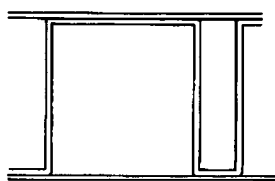


(b)

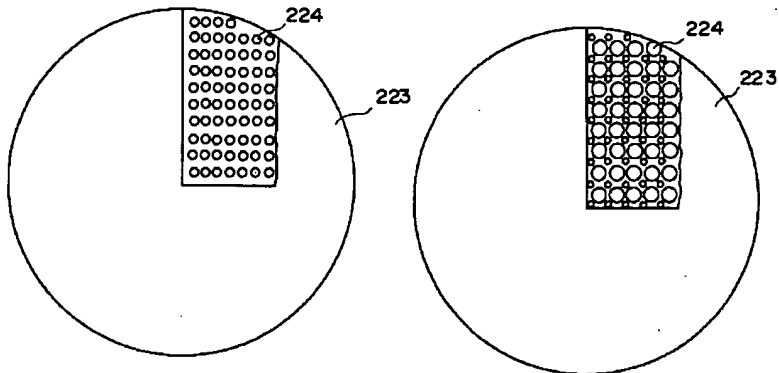


【図16】

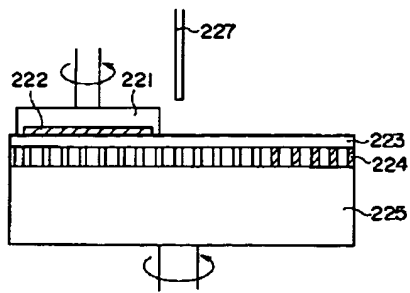
(c)



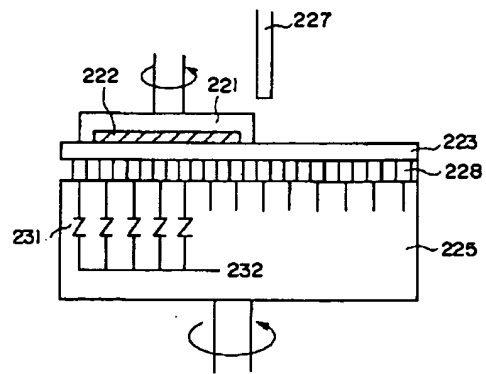
【図18】



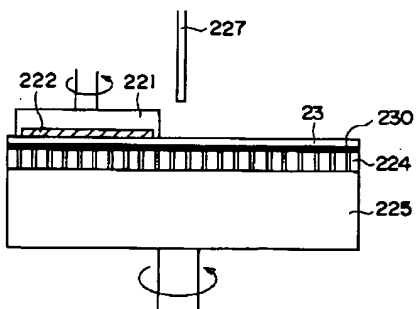
【図17】



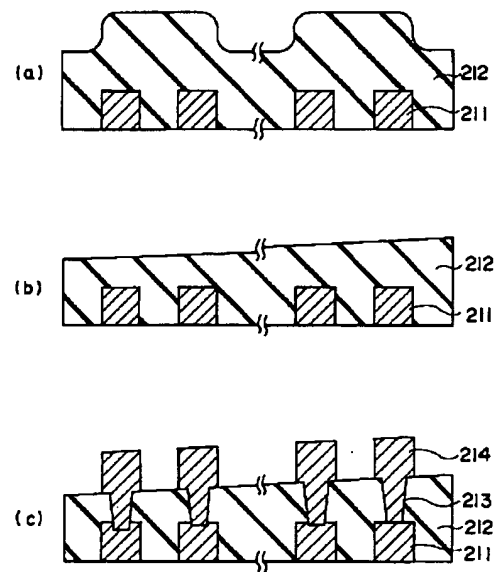
【図19】



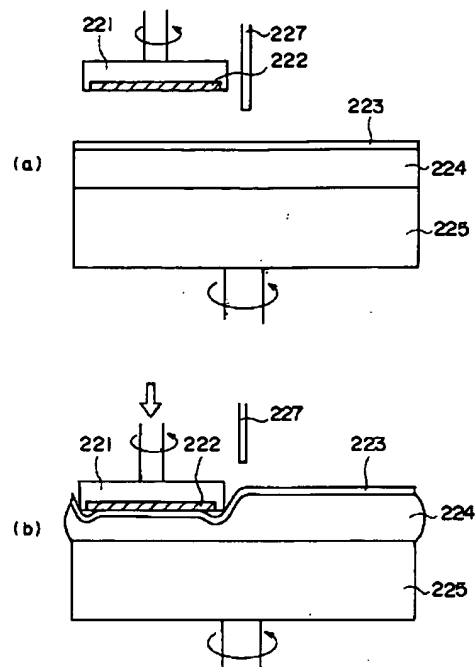
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 西岡 岳  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内  
(72)発明者 中野 裕  
神奈川県横浜市磯子区新杉田8 株式会社  
東芝横浜事業所内

(72)発明者 豎山 佳邦  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内  
(72)発明者 早坂 伸夫  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内